

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

29.11.02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

REC'D 31 JAN 2003	
WIPO	PCT

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 9月18日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-271225  
[ ST.10/C ]: [ JP 2002-271225 ]

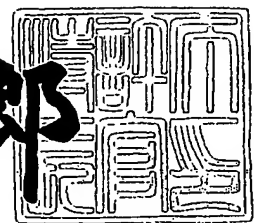
出 願 人  
Applicant(s): 日本鋼管株式会社

PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 1月14日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-00611

【提出日】 平成14年 9月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C07C 5/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会  
社内

    【氏名】 幸田 和郎

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会  
社内

    【氏名】 井田 博之

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会  
社内

    【氏名】 宮本 英幸

【特許出願人】

    【識別番号】 000004123

    【氏名又は名称】 日本鋼管株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100061273

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐々木 宗治

    【電話番号】 03(3580)1936

【選任した代理人】

    【識別番号】 100085198

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小林 久夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100105898

【弁理士】

【氏名又は名称】 石川 壽彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100060737

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 三朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100070563

【弁理士】

【氏名又は名称】 大村 昇

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008626

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスクラスレート製造方法および製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原料液と原料ガスを反応させてガスクラスレートを製造する方法において、

原料液と原料ガスをライン途中で混合して原料ガスを原料液に溶解させる第 1 混合・溶解工程と、混合・溶解されたものを反応管路に流しながら冷却してガスクラスレートを生成するガスクラスレート生成工程と、生成されたガスクラスレートを前記反応管路に連結された分離器にて分離する分離工程とを備え、

前記第 1 混合・溶解工程の後、前記ガスクラスレート生成工程の前、または前記ガスクラスレート生成工程の途中において原料ガスを原料液に溶解させる第 2 混合・溶解工程を単数又は複数設けたことを特徴とするガスクラスレート製造方法。

【請求項 2】 原料液と原料ガスを反応させてガスクラスレートを製造する装置において、

原料液と原料ガスをライン途中において混合して原料ガスを原料液に溶解させるラインミキサーと、原料ガスが混合・溶解された原料液を流しながら冷却する反応管路と、該反応管路に連結されて生成されたガスクラスレートを分離する分離器とを備え、

前記ラインミキサーを、前記反応管路の上流側に少なくとも 1 台設けると共に、前記反応管路の途中に単数又は複数のラインミキサーを設けたことを特徴とするガスクラスレート製造装置。

【請求項 3】 前記ラインミキサーは、原料ガスの微細気泡を発生させるものであることを特徴とする請求項 2 記載のガスクラスレート製造装置。

【請求項 4】 前記ラインミキサーの下流側にライン圧力を調整する圧力調整手段を設けたことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のガスクラスレート製造装置。

【請求項 5】 前記ラインミキサーの下流側に、ラインを流れる流体の流速を調整する流速調整手段を設けたことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに

記載のガスクラスレート製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば天然ガスなどの原料ガスと原料液（淡水、海水、不凍液、液体ホスト物質、ホスト物質溶液等）とを反応させてガスクラスレートを製造するガスクラスレートの製造方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ガスクラスレート（単に「クラスレート」と言う場合あり。なお、ホスト物質が水の場合にはガスハイドレートというが、本明細書においてガスクラスレートと言う場合にはガスハイドレートを含む。）は、ホスト物質の分子が構成する籠状構造の内部に天然ガス、二酸化炭素などの気体分子を高濃度に包蔵する氷状の固形物質である。ガスクラスレート、主にガスハイドレートは、単位体積当たり多量の気体を包蔵でき、しかも、液化天然ガスに比較して、大気圧下比較的高温にて貯蔵・輸送できることから、天然ガス等の輸送、貯蔵への応用が注目されている。

このため、従来は天然に存在するガスハイドレートの利用に関する検討が中心であったが、近年この性質に着目してこれを工業的に製造する試みが行われている。

【0003】

ところで、ガスハイドレートの製造工程において、ガスハイドレートの生成効率を規律する重要なファクタは、原料ガスの原料液への拡散溶解と、ガスと水が反応するときの反応熱を奪う抜熱効率である。

【0004】

従来、原料ガスの原料液への溶解の効率化と、ガスハイドレート生成時の抜熱効率を高めてガスハイドレートを効率よく製造するものとして、槽状の耐圧容器内にガススペースと気液接触スペースに区画する多孔質板を設け、該多孔質板の下方から原料ガスを供給し、多孔質板を介して気液接触スペースに微細気泡を発

生させ、気液接触スペース内に原料液を冷却するコイル蒸発器を設けたものがある（特許文献1参照）。

【0005】

【特許文献1】

特開2001-10985号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来技術には以下のような問題点がある。

多孔質板を介して気泡を導入する方法では、発生できる気泡径はさほど小さくなく、気液界面面積拡大によるガス溶解促進効果はあまり期待できない。

また、一定以上の面積を有する多孔質板を設置するためのスペースが必要であり、さらに、耐圧容器内で気液を接触させるための気液接触スペースも一定以上確保することが必要となることから、耐圧容器の容積を大きくする必要があり、設備が大きくなるという問題がある。

さらに、多孔質板にハイドレートが付着、成長し、最悪の場合には孔が閉塞される虞がある。

【0007】

また、反応槽である耐圧容器の容積が大きいことから、耐圧容器の壁面の冷却だけでは十分な冷却ができず、水やガスを直接冷却するため耐圧容器の内部に冷媒循環コイルを設置するという手段を採用しているが、装置が大型化、複雑化するという問題もある。

【0008】

また、他の問題点として、耐圧容器内でガスハイドレートを生成する場合には、生成したガスハイドレートが耐圧容器内の水面に浮かぶため、それを取り出すための手段（例えばガスハイドレートと水の混合物排出口、及び水面をその位置に制御する装置等）が必要となり、同じく装置の複雑化の問題がある。

このように、従来技術においては、設備が複雑で大がかりになるという問題があった。

【0009】

本発明はかかる課題を解決するためになされたものであり、原料液中への原料ガス拡散・溶解と生成反応熱の除去を効率よく行うことができ、かつ装置を単純でコンパクトにできるガスクラスレートの製造方法および装置を得ることを目的としている。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係るガスクラスレート製造方法は、原料液と原料ガスをライン途中で混合して原料ガスを原料液に溶解させる第1混合・溶解工程と、混合・溶解されたものを反応管路に流しながら冷却してガスクラスレートを生成するガスクラスレート生成工程と、生成されたガスクラスレートを前記反応管路に連結された分離器にて分離する分離工程とを備え、前記第1混合・溶解工程の後、前記ガスクラスレート生成工程の前、または前記ガスクラスレート生成工程の途中において原料ガスを原料液に溶解させる第2混合・溶解工程を単数又は複数設けたものである。

#### 【0011】

また、本発明に係るガスクラスレート製造装置は、原料液と原料ガスをライン途中において混合して原料ガスを原料液に溶解させるラインミキサーと、原料ガスが混合・溶解された原料液を流しながら冷却する反応管路と、該反応管路に連結されて生成されたガスクラスレートを分離する分離器とを備え、前記ラインミキサーを、前記反応管路の上流側に少なくとも1台設けると共に、前記反応管路の途中に単数又は複数のラインミキサーを設けたものである。

#### 【0012】

また、ラインミキサーは、原料ガスの微細気泡を発生させるものであることを特徴とするものである。

#### 【0013】

また、ラインミキサーの下流側にライン圧力を調整する圧力調整手段を設けたものである。

#### 【0014】

また、ラインミキサーの下流側に、ラインを流れる流体の流速を調整する流速

調整手段を設けたものである。

#### 【発明の実施の形態】

##### 実施の形態 1.

図 5 は本発明の一実施の形態のガスハイドレート製造工程の概要の説明図であり、原料ガスとして天然ガスを用いたものを示している。まず、図 5 に基づいてガスハイドレート製造工程の概要を説明する。

天然ガスは、 $1 \sim 10^{\circ}\text{C}$  に冷却され重質成分がコンデンセートとして分離される (S 1)。一方、水も  $1 \sim 10^{\circ}\text{C}$  に冷却され (S 2)、この冷却水と天然ガスが  $1 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 、50 気圧の状態では反応してガスハイドレートが生成される (S 3)。生成されたスラリー状のガスハイドレートは分離脱水処理され高濃度スラリーまたは固体にされ (S 4)、ここで分離された水及び未反応ガスは再び反応工程 (S 3) に戻される。

#### 【0015】

分離脱水処理されたガスハイドレートは  $-15^{\circ}\text{C}$  程度の温度で凍結処理される (S 5)。この凍結処理は S 4 で分離脱水処理されたガスハイドレートの表面に付着した水分を凍結させて氷の殻を作ることにより、ガスハイドレートの安定化を図るためである。

凍結処理の後、50 気圧から大気圧に減圧する減圧処理を行う (S 6)。その後、凍結処理されたガスハイドレートをペレット状に成形処理し (S 7)、サイロ等の貯蔵設備で貯蔵され (S 8)、要求に応じてベルトコンベア等の積み出し設備で積み出し処理され (S 9)、輸送船等の輸送装置で長距離輸送に供される (S 10)。

以上がガスハイドレート製造工程の概要であるが、本実施の形態は上記の工程の中で水と天然ガスからスラリー状のガスハイドレートを生成する工程 (S 3) を工夫することで、効率的なハイドレート生成と設備の簡略化を実現したものである。以下、この点について詳細に説明する。

#### 【0016】

図 1 は本発明の一実施の形態の主要な構成機器を示した系統図である。まず、図 1 に基づいて本実施の形態の構成機器について説明する。なお、以下の説明で



は、本発明が対象としているガスクラスレートを例に挙げて説明する。

本実施の形態のガスクラスレート製造装置は、天然ガス等の原料ガスの圧力を昇圧するガス昇圧機 1、原料水（本明細書において「原料水」というときは、原料水のみものを意味する場合と原料水に原料ガスが溶け込んだ状態のものを意味する場合の両方がある。）を供給する原料水ポンプ 3、19、原料水と原料ガスを混合して原料ガスを原料水に溶解させる第 1 ラインミキサー 5 a、ラインミキサー 5 a でミキシングされたものを冷却しながら流してガスクラスレートを生成する反応管路 7、反応管路 7 の途中に設けられて反応管路 7 を流れる原料水に原料ガスを混合・溶解させる第 2 ラインミキサー 5 b、前記反応管路 7 の途中の前記第 2 ラインミキサー 5 b の下流側に設けられ反応管路 7 を流れる原料水に原料ガスを混合・溶解させる第 3 ラインミキサー 5 c と、反応管路 7 で生成されたガスクラスレート、未反応ガス、原料水とを分離する分離器 9 とを備えている。

#### 【0017】

各構成機器は図中矢印を付した実線で示した配管によって連結されている。ラインミキサー 5 a、5 b、5 c に原料ガスを供給する配管ラインにはガス流量を調整するガス流量制御弁 12 a、12 b、12 c がそれぞれ設けられている。

また、原料ポンプ 3、19 からラインミキサー 5 a に通ずる配管ラインには原料水の流速を調整する流速制御弁 14 が設けられている。

さらに、ガス昇圧機 1 で昇圧された原料ガスを分離器 9 に供給するラインには供給ガス量を調整するガス流量調整弁 12 d が設けられ、また、分離器 9 内の余剰な原料ガスをガスクラスレート生成ラインに戻すラインにはガス流量調整弁 12 e とガス昇圧機 2 が設けられている。そして、分離器 9 に設けられた分離器 9 内の圧力を検出する圧力検出器 10 の信号に基づいてガス流量制御弁 12 d、12 e が制御され、分離器 9 内の圧力が調整される。

#### 【0018】

上記の各構成機器のうち主要なものの構成をさらに詳細に説明する。

本実施の形態のラインミキサー 5 a、5 b、5 c は、図 2（西華産業株式会社「OHR ラインミキサー」カタログ第 7 頁より引用）に示すように、入り口側が大径で出口側が小径になった 2 段状の筒状体 11 からなり、この筒状体 11 の大

径部 11a 中にガイドベーンと呼ばれる翼体 13 を有し、その先の小径部 11b 内に筒の内周面から中央に延びる複数のキノコ状の衝突体 15 を有している。

このようなラインミキサー 5 においては、原料水ポンプ 3 によってラインミキサー 5 に供給された原料水が翼体 13 によって旋回流となり、猛烈な遠心力によって外側へ押しやられ、それがキノコ状の衝突体 15 によってさらに強烈に攪拌され、その中に原料ガスが巻き込まれて超微細な気泡群に碎かれ、原料水と原料ガスとが混合される。これによって、原料ガスと原料水との接触面積が大きくなり原料ガスは原料水に効率よく溶解込む。

#### 【0019】

反応管路 7 は屈曲した管からなり、この管の周面をチラー 17 で冷却するようになっている。このように、反応管路 7 を用いたことで、周囲からの冷却を効率よく行えるようになったので、従来一般的に行われていたように冷却コイル等によってガス・原料水を直接冷却する必要がなくなり、装置の構成が単純かつコンパクト化できる。

#### 【0020】

なお、このような反応管路 7 を用いることができるのは、原料ガスと原料水の混合・溶解をラインミキサー 5a、5b、5c によって行い、反応管路 7 では冷却を中心に装置構成を考えることができるからである。すなわち、特許文献 1 に示される従来例では原料ガスと原料水の混合・溶解と反応冷却を槽状のクラスレート生成容器内で行っていたため、混合・溶解には一定の広がりをもった空間が必要となり、冷却を容器の周囲からのみ行うことはできなかったのに対して、本実施の形態においては、原料ガスと原料水の混合・溶解と反応冷却とを分離したので、反応工程では冷却を中心に考えることができ、上記の例のように単純な構成での冷却が可能となるのである。

#### 【0021】

分離器 9 は、ガスクラスレート、未反応ガス、原料水とを分離するものであるが、分離器 9 の例としては、デカンター、サイクロン、遠心分離器、ベルトプレス、スクリュウ濃縮・脱水機、回転ドライヤー等が考えられる。

#### 【0022】

次に、以上のように構成された本実施の形態の装置によるガスクラスレート製造方法を説明する。

ガス昇圧機 1 によって所定圧力に昇圧された原料ガスがガス流量制御弁 1 2 a を介してラインミキサー 5 a に供給される。また、原料水ポンプ 3 によって所定の圧力に昇圧された原料水が流速制御弁 1 4 を介してラインミキサー 5 a に供給される。

ラインミキサー 5 a に供給された原料ガスと原料水は、前述したメカニズムによって猛烈な勢いで混合される。このとき、原料ガスは微細気泡となって原料水の中に混じり込み、原料ガスの溶解が促進される。

#### 【 0 0 2 3 】

原料水に原料ガスが溶け込んだもの（未溶解の微細気泡も含んだ状態のもの）はチラー 1 7 によって冷却されている反応管路 7 に送られる。反応管路 7 の途中では、ラインミキサー 5 b、5 c によって原料ガスがさらに混合・溶解されて分離器 9 に送られる。

運転開始時においては、1 2 d、1 2 e で分離器圧力がハイドレート生成条件に保持されており、分離器に連通する反応管の圧力もそれ以上であるため、反応管路においてガスクラスレートの生成が開始される。

#### 【 0 0 2 4 】

ここで、反応管路 7 におけるクラスレート生成のメカニズムを説明する。

ラインミキサー 5 a によって、原料ガスと原料水が混合され、原料ガスは微細気泡となり、原料水に溶解して原料水全体が平衡濃度に到達する。

原料水が平衡濃度に到達すると、反応管路 7 の圧力  $P$  がクラスレート生成最低圧力  $P_0$  より高く、反応管路 7 の各部の温度  $T$  がクラスレート生成最高温度  $T_0$  より低い条件になっていればガスクラスレートの生成が開始される。ガスクラスレートの生成には発熱を伴うことになるが、発熱量に相当する熱量をチラー 1 7 の冷却で奪うことで、反応管路 7 の温度はクラスレート生成最高温度  $T_0$  より低い温度に保たれる。もっとも、冷却しすぎると原料水が凝固して反応管路 7 内の流れが阻害されるので、チラー 1 7 での冷却能力は、原料水が凝固点以下にならないように設定されている。

## 【0025】

ガスクラスレートが生成されると溶解ガス濃度が下がり、平衡濃度になるまで原料ガスがさらに溶解込み、平衡濃度以上になるとさらにガスクラスレートが生成される。効率よく多量のガスクラスレートを生成するためには、原料水が反応管路7を流れる間にクラスレート化する量を多くすることが必要である。そのためには、原料水に溶解する原料ガス量を理論水和数に極力近づける必要があり、そのためには、原料水が平衡濃度以下になったときに原料ガスが原料水に効率的に溶解できる環境を作ることが必要である。

## 【0026】

そこで、本実施形態においては、反応管路7の途中において第2、第3ラインミキサー5b、5cを設け、反応管路7の途中において原料ガスを微細気泡にして供給することで、原料ガスの効率的な溶解を実現している。つまり、第1ラインミキサー5aで微細気泡となった原料ガスが反応管路7の途中で全て溶解あるいはクラスレート化してしまう、もしくは気泡として存在していたとしても、管路を流れるにしたがって気泡同士が合体して大きな気泡となり、原料水との接触面積が小さくなり、溶解効率が悪くなることが考えれる。そこで、反応管路7の途中において、再び原料ガスを微細気泡として供給することで、原料ガスの溶解効率を高めているのである。

## 【0027】

以上のようにして生成されたガスクラスレートは反応管路7内を流れてゆき、原料水、未反応ガス（全量クラスレート化した場合には未反応ガスはない）と共に、分離器9に送られる。

## 【0028】

未反応ガスが分離器9に送られると、分離器9内の圧力が上昇するが、これが予め設定した値を超えたことが圧力検出手段10によって検出されると、ガス流量制御弁12eが図示しない制御手段によって制御され余剰ガスがクラスレート生成ラインに戻され、これによって分離器9の圧力及び反応管路7の圧力が調整される。

なお、分離器9では、ガスクラスレート、未反応ガス、原料水が分離され、分

離された原料水はポンプ 1 9 によって再びラインミキサー 5 a に供給される。

一方、生成されたガスクラスレートは分離器 9 から取り出され、後処理工程（図 5 における S 5 以降の工程）に送られる。

【 0 0 2 9 】

また、分離器 9 においては、分離器 9 内の水位がレベル計 2 1 で検知され、分離器 9 内の水位が一定レベル以上になるように制御されている。これは、ガスが原料水戻しラインに流入しないように、原料水に封水効果をもたせるためである。そして、封水に不要な原料水は原料水ポンプ 1 9 によって所定の圧力に昇圧されてラインミキサー 5 a に供給される。

【 0 0 3 0 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、ラインミキサーを複数設けたことにより、原料ガスの原料水への溶解が促進され、効率的なクラスレートの生成が実現される。

また、本実施の形態では、原料水と原料ガスの反応を管路で移動させながら行うようにしたので、このガスクラスレート生成工程では、すべてのもの（生成されたガスクラスレート、未反応ガス、原料水）が一旦分離器 9 まで送られることになり、ガスクラスレートのみを取り出す仕組みが不要であり、装置の構成が単純化できるという効果もある。

【 0 0 3 1 】

さらに、原料ガスの原料水への溶解を、筒体からなるラインミキサー 5 a、5 b、5 c で連続的に行うようにしたので、省スペースでかつ効率的に行うことができる。

また、原料ガスの原料水への溶解をクラスレート生成容器とは別のラインミキサー 5 a、5 b、5 c によって行うようにした結果、大径のクラスレート生成容器に代えてパイプ状の反応管路 7 を用いることができ、管路の周面を冷却するという単純かつコンパクトな冷却手段が可能となる。

しかも、ラインミキサー 5 a、5 b、5 c による原料ガスの溶解、反応管路 7 におけるガスクラスレートの生成のいずれも連続的に行うようにしているので、ガスクラスレートの製造効率を飛躍的に高めることができる。

## 【0032】

なお、上記実施の形態においては、ラインミキサー 5 a の下流側に 2 台のラインミキサー 5 b、5 c を設置した例を示したが、ラインミキサー 5 a の下流側に設置するラインミキサーの数は 1 台若しくは 3 台以上でもよい。また、反応管路 7 の上流側に複数のラインミキサーを設置してもよい。これは、ラインミキサーによっては原料水量に対して混合できるガス量に制約がある場合に有効である。

## 【0033】

また、上記実施の形態においては、ラインミキサー 5 a と反応管路 7 との間に圧力を調整する手段を何ら設けていなかった。

しかし、図 3 に示すように、ラインミキサー 5 a と反応管路 7 との間に、圧力検出器 23 及び調整バルブ 25 からなる圧力調整手段 27 を設けるようにしてもよい。

圧力調整手段 27 を設けることによってラインミキサー 5 a 側の圧力を高くすることができ、ラインミキサー 5 a による原料ガスの原料水への溶解をより促進できる。

## 【0034】

また、原料ガスの原料水への溶解をより促進させるために、図 4 に示すようにラインミキサー 5 a の下流側にラインを流れる流体の流速を遅くするための流速調整手段としての滞留部 29 を設けてもよい。滞留部 29 を設けることにより、ラインミキサー 5 で微細気泡となった原料ガスが原料水に溶解するための時間を稼ぐことができ、これによって溶解促進を図ることができる。

なお、滞留部 29 の具体例としては、一定の容積を有するタンクが考えられる。

## 【0035】

また、上記実施の形態の説明においては各工程における温度、圧力について特に明示しないが、一例としては図 5 で示したものを挙げることができる。ただ、各工程における温度、圧力は種々の条件によって最適値が選択される。

## 【0036】

さらに、ラインミキサーの他の例としては、筒状体の途中を細くして負圧を発

生させることにより、原料ガスを吸引して混合するいわゆるベンチュリ管方式のものであってもよいし、またあるいは円錐または円錐台状の容器内の旋回流を利用して気液混合するようなもの、例えば特開 2 0 0 0 - 4 4 7 号公報に開示された旋回式微細気泡発生装置のようなものでもよい。要するに、本明細書におけるラインミキサーとは、ライン上にあって気液を連続的に混合できるものを広く含む。

#### 【 0 0 3 7 】

また、上記の実施の形態においては反応管路が単数の場合を示したが、反応管路を複数設け、それぞれの反応管路にそれぞれ同数のラインミキサーを設置してもよい。また、複数の反応管路のそれぞれに設置するラインミキサーの数を異なるようにしてもよい。さらに、反応管路を途中で分岐して、分岐前の反応管路に複数のラインミキサーを設置して分岐後の各反応管路にはラインミキサーを設置しないようにしたり、あるいは各分岐反応管路にラインミキサーを同数又は異なる数設置するようにしてもよい。

#### 【 0 0 3 8 】

また、上記実施形態においては、原料ガスとしてメタンガスを主成分とする天然ガスを念頭において説明したが、その他の例として、エタン、プロパン、ブタン、クリプトン、キセノン、二酸化炭素等がある。

さらに、上記の実施の形態においては、原料水の種類を明示しなかったが、例えば、淡水、海水、不凍液等が考えられる。また、原料水に代えて、液体ホスト物質やホスト物質溶液のような原料液を用いることも考えられる。

#### 【 0 0 3 9 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明においては、原料液と原料ガスをライン途中で混合して原料ガスを原料液に溶解させる第 1 混合・溶解工程と、混合・溶解されたものを反応管路に流しながら冷却してガスクラスレートを生成するガスクラスレート生成工程と、生成されたガスクラスレートを前記反応管路に連結された分離器にて分離する分離工程とを備え、前記第 1 混合・溶解工程の後、前記ガスクラスレート生成工程の前、または前記ガスクラスレート生成工程の途中において原

料ガスを原料液に溶解させる第2混合・溶解工程を単数又は複数設けたので、原料液中への原料ガス拡散・溶解と生成反応熱の除去を効率よく行うことができ、効率的なガスクラスレートの生成が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態の主要な構成機器を示した系統図である。

【図2】 本発明の一実施の形態のラインミキサーの説明図である。

【図3】 本発明の一実施の形態の他の態様の説明図である。

【図4】 本発明の一実施の形態の他の態様の説明図である。

【図5】 本発明の一実施の形態であるガスハイドレート製造工程の説明図である。

【符号の説明】

1、2 ガス昇圧機

3、19 原料水ポンプ

5a、5b、5c ラインミキサー

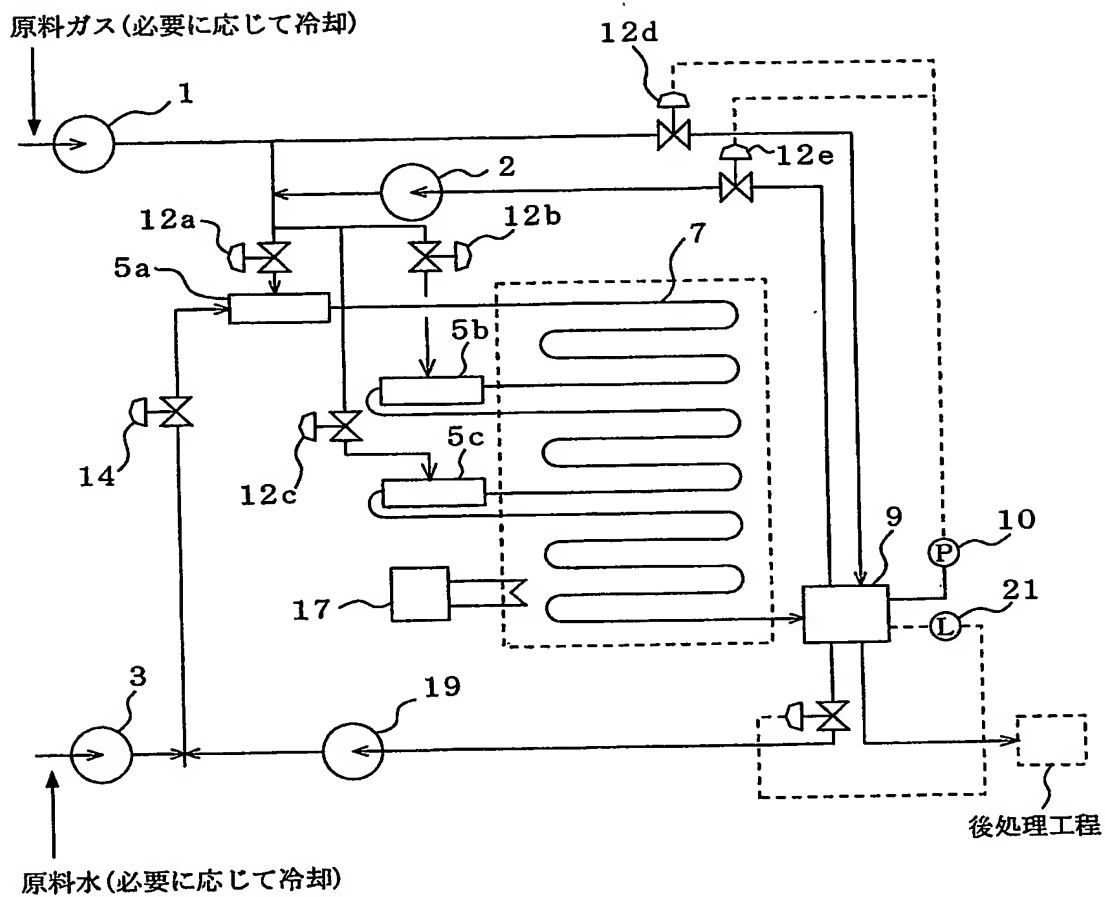
7 反応管路

9 分離器



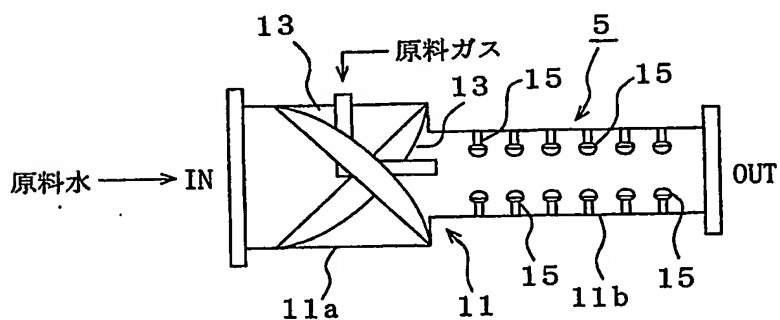
【書類名】 図面

【図 1】

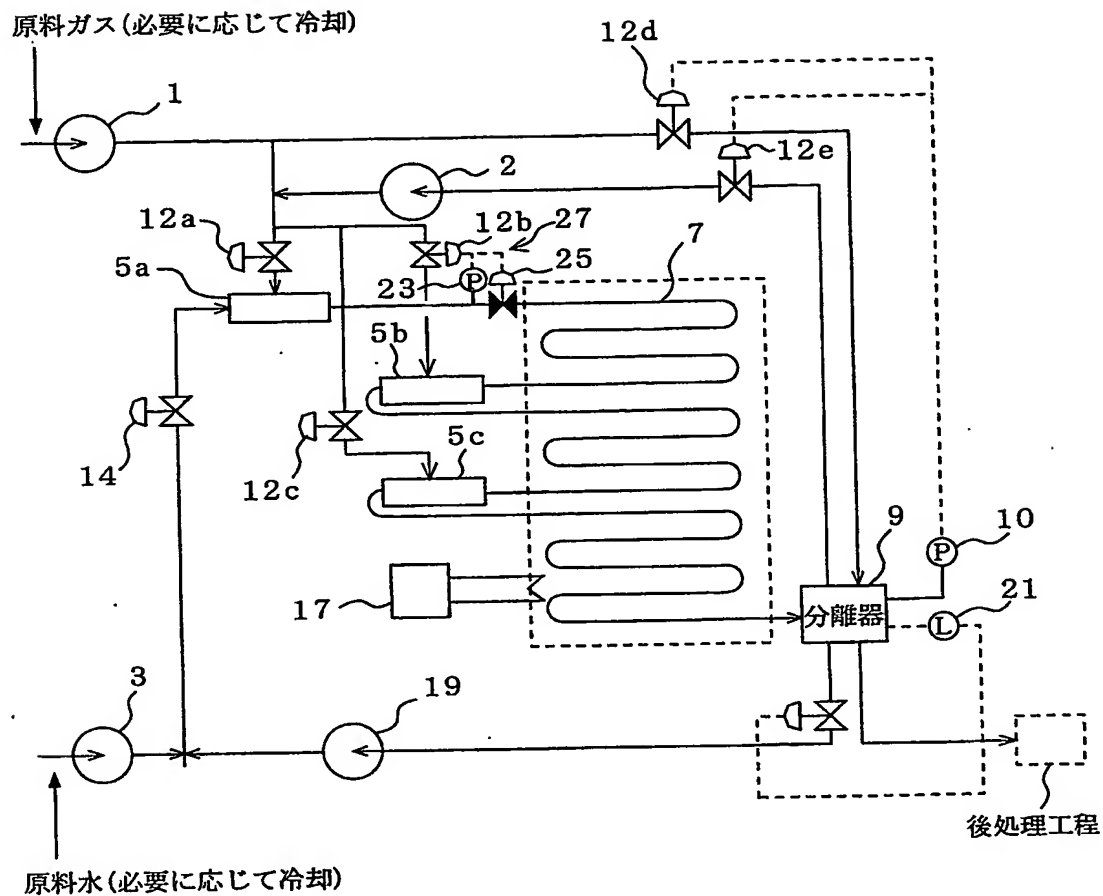


- |                         |          |
|-------------------------|----------|
| 1, 2 : ガス昇圧機            | 7 : 反応管路 |
| 3, 19 : 原料水ポンプ          | 9 : 分離器  |
| 5 a, 5 b, 5 c : ラインミキサー |          |

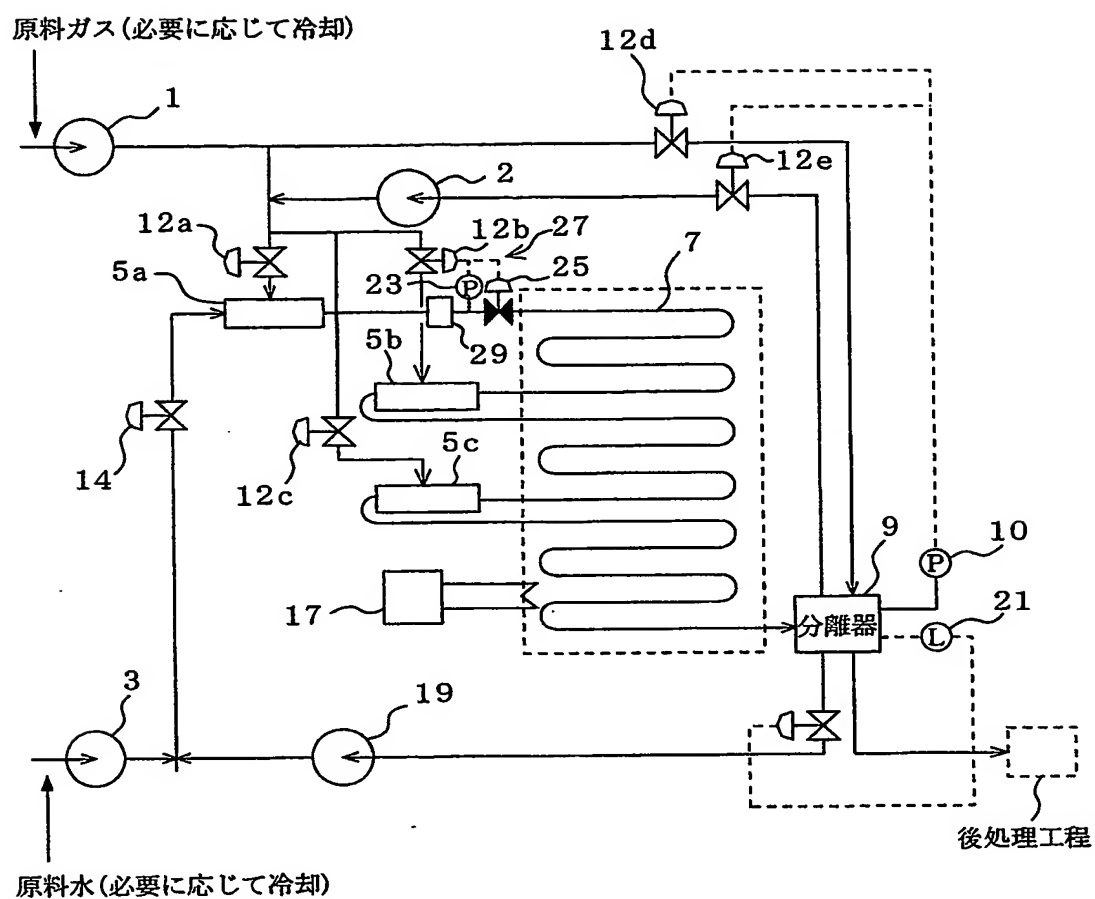
【図 2】



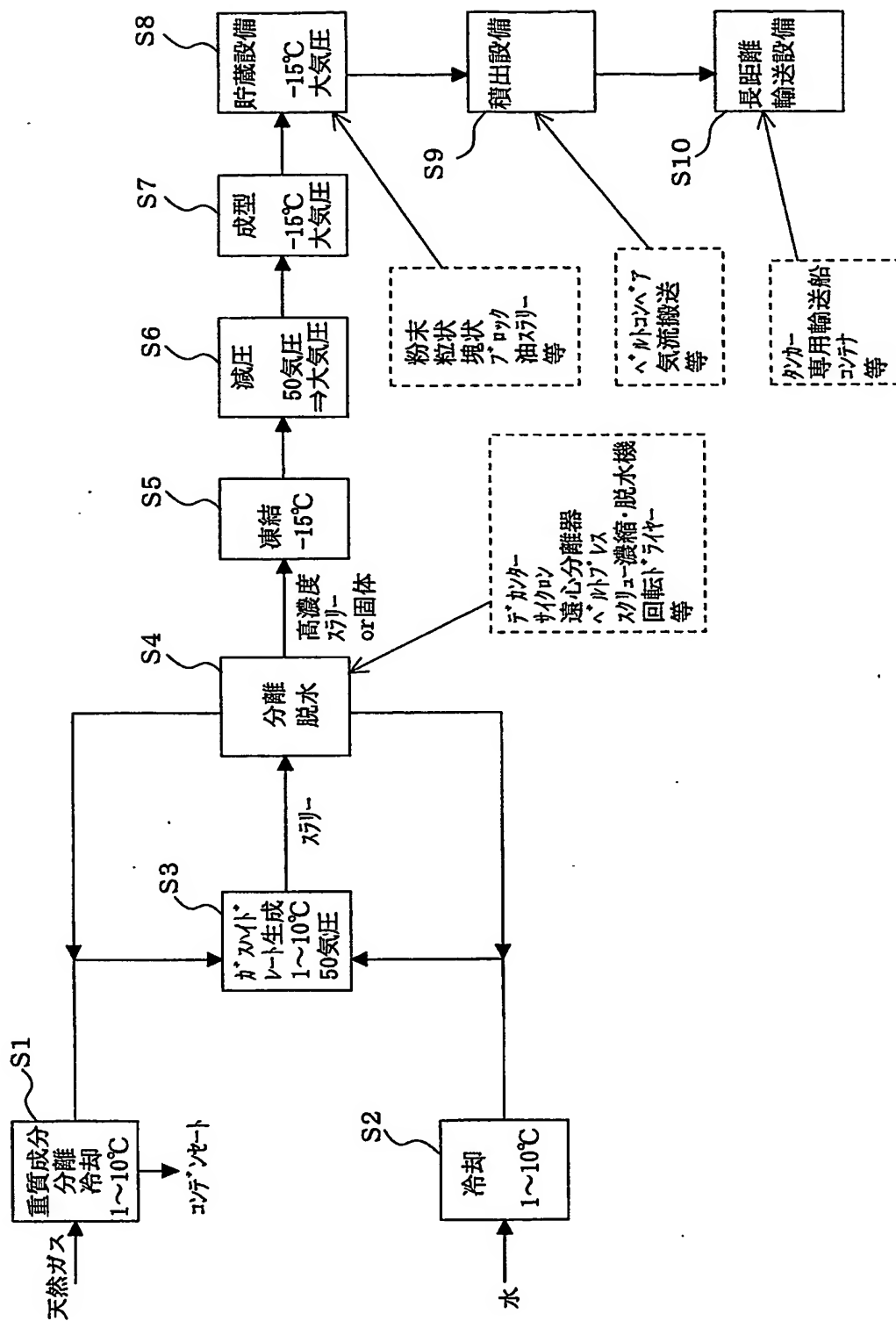
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 原料液中への原料ガス拡散・溶解と生成反応熱の除去を効率よく行うことができ、かつ装置を単純でコンパクトにできるガスクラスレートの製造方法および装置を得る。

【解決手段】 原料液と原料ガスを反応させてガスクラスレートを製造する方法において、原料液と原料ガスをライン途中で混合して原料ガスを原料液に溶解させる第1混合・溶解工程と、混合・溶解されたものを反応管路に流しながら冷却してガスクラスレートを生成するガスクラスレート生成工程と、生成されたガスクラスレートを前記反応管路に連結された分離器にて分離する分離工程とを備え、前記第1混合・溶解工程の後、前記ガスクラスレート生成工程の前、または前記ガスクラスレート生成工程の途中において原料ガスを原料液に溶解させる第2混合・溶解工程を単数又は複数設けた。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004123]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
氏 名	日本鋼管株式会社